

ANEXO E: CONSIDERACIONES DE LOS MATERIALES

E.1 Consideraciones de los materiales.....	40
E.1.1 Biodigestor tubular	40
E.1.2 Biodigestor cúpula fija.....	41
E.2 Bibliografía	48

E.1 Consideraciones de los materiales

E.1.1 Biodigestor tubular

A partir de los materiales definidos para la instalación del digestor tubular se tienen en cuenta ciertas consideraciones:

- **Plástico agrofilm:**
Para realizar este tipo de digestor se necesita un plástico que venga en forma de manga. El agrofilm es el plástico que asegura mayor duración. En caso de no encontrar este material se puede realizar con polietileno (de baja densidad)
- **Tubería de PVC 4" (101,6 mm):**
Para realizar la salida y entrada del digestor se pueden usar también tuberías de diámetro mayor, el material típico es el PVC pero también es posible cemento. Siempre es importante que la clase, grosor del tubo en PVC, sea elevada (al menos clase 5)
- **Unión macho y unión hembra:**
Las uniones sirven para realizar la salida del gas del digestor. Las uniones se enroscan una en la otra, y en el medio queda asegurado el plástico del digestor y unos empaques de jebe y arandelas de plástico.
- **Tubería de PVC ½" (12,7 mm):**
La tubería de PVC conduce el gas del digestor hasta la cocina. Para esta finalidad es posible usar también tubería para riego.
- **Tubo galvanizado y codo galvanizado:**
El quemador básico está constituido por dos pedazos de tubo galvanizado, conectados por un codo. Cada pedazo de tubo es de 18cm y debe estar enroscado en los extremos. [1]

E.1.2 Biodigestor cúpula fija

A partir de los materiales definidos para la instalación del digestor de cúpula fija se tienen en cuenta ciertas consideraciones:

- Losa de cimentación:

Con los niveles correspondientes en la excavación se procede a fundir la losa, lo cual por lo general se realiza manualmente (excepto en plantas grandes).

El enrase o nivelación de la superficie de terminación de la losa se efectúa con la ayuda de la escuadra de madera, acoplada al eje central.

En caso de losas de hormigón, se recomienda que éste posea una resistencia de 15 MPa, para que sea resistente a la compresión a que estará sometida la losa y, además, debe ser impermeable, lo que se logra mediante la adecuada dosificación de los agregados. La relación agua-cemento de la mezcla debe ser menor o igual a 0,5.

El sitio donde se realizará la mezcla debe ubicarse lo más cerca posible de la excavación, sobre un piso firme y limpio.

La fundición de la losa se hará en un solo día, para que todo el hormigón posea la misma edad y se eviten juntas de fundición. El vestimento del hormigón se realiza por sectores, desde el centro hacia afuera, empleando la escuadra de madera permanentemente para el control de los niveles de la superficie que se debe lograr.[2]

- Muro cilíndrico:

Se coloca la guía para el muro circular (guía rectangular), con cuyo auxilio se determina la correcta posición que debe dársele a cada ladrillo o bloque en el momento de su colocación.

Durante la ejecución de la mampostería se rectifica la verticalidad y la horizontalidad, y los niveles en las hiladas.

En la conformación del muro generalmente se utilizan bloques de 20 o 15 cm de espesor, aunque también pueden emplearse ladrillos en citara. En todos los casos éstos deben ser de buena calidad. Es importante que al levantar el muro se tengan en cuenta los orificios

de tuberías o conductos de entrada y salida del cieno de fermentación en el biodigestor, según la solución o esquema de la planta. [2]

- Cúpula o domo esférico:

Sobre la viga de cierre del muro se indica la colocación de la primera hilada de ladrillos, utilizando la guía para la cúpula.

El radio que se debe mantener se señalará en la formaleta mediante una puntilla clavada y bien aplomada en su canto inferior, de manera que indique la posición del interior en el que debe quedar colocado el ladrillo.

La formaleta se va moviendo a la posición del siguiente ladrillo que se colocará, y así sucesivamente se va repitiendo la operación en cada hilada. De este modo va quedando conformada la cúpula, curvándose lentamente el muro hacia el interior y disminuyendo su abertura circular superior. Cuando esta curvatura es tal que provoca el desprendimiento del ladrillo en el momento de su colocación, se emplean entonces los ganchos de sujeción, que se van colocando sobre los ladrillos recién puestos, lo que evita que se desprendan, y presionándolos contra los ladrillos de la hilada anterior.

Una vez levantada la cúpula, interior y exteriormente, se recubren las superficies con repello grueso y fino, y en la superficie interior se realiza el estucado sobre el cual se aplican una o dos manos de pintura impermeabilizante.[2]

- Anillos de refuerzo:

-Viga de cerramiento o cierre del muro:

Esta parte, también denominada viga de apoyo, sirve como elemento de cierre del muro y, a la vez, de apoyo de la cúpula.

Esta viga posee una forma triangular o trapezoidal, y se apoya uniformemente sobre el muro. Se funde con hormigón armado con una resistencia de 20 MPa.

Es importante que la superficie superior de la viga, una vez fundida, posea la debida inclinación, de manera que se logre el ángulo preciso con que debe colocarse la primera hilada de los ladrillos que conforman la cúpula.

-Viga de cierre:

Sirve de elemento de cierre de la cúpula, manteniendo el orificio necesario en ésta para el acceso o inspección del interior del biodigestor. Sirve, además, de base para el cuello.

Su sección es trapezoidal y se conforma con hormigón armado de una resistencia de 15-20MPa.

Su encofrado se apunta desde adentro del biodigestor o desde afuera con ganchos, lo cual no es muy común.

-Viga de la losa de cimentación:

Se trata de un anillo exterior de hormigón armado que refuerza la capacidad de carga y aumenta la rigidez de la placa.

Las zonas sometidas a más fuerzas, por tratarse de las uniones entre las diferentes partes del biodigestor deberán ser reforzadas (anillos de refuerzo), Se pueden distinguir tres focos donde se deberán implementar estos refuerzos (A, B, C), que se observan en la figura E.1

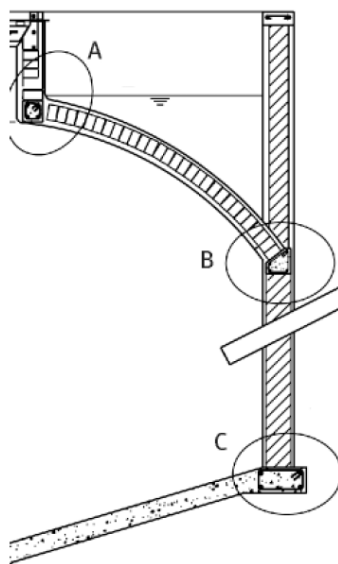


Figura E.1.- Situación de los anillos de refuerzo. [2]

En las siguientes imágenes se pueden ver al detalle los tres anillos de refuerzo del biodigestor de cúpula fija. Figura E.2:

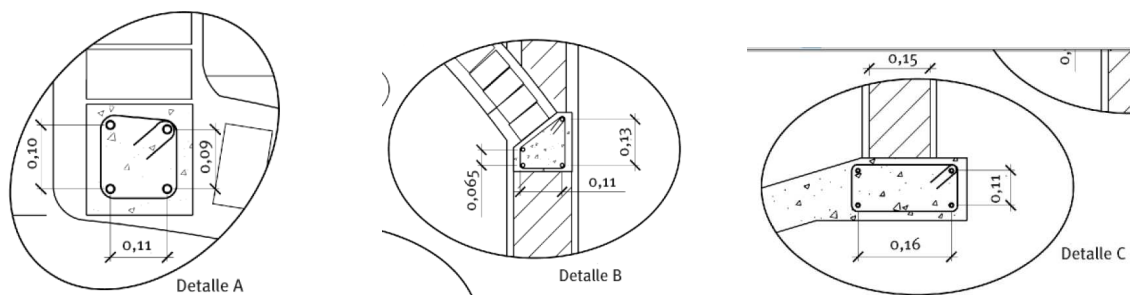


Figura E.2.- Detalle de los tres anillos. [2]

- Cuello:

Encima de la viga se construye el cuello, que tiene forma cilíndrica y se conforma con ladrillos. Consta de dos partes; en la primera se colocan los ladrillos en doble citarón, hasta alcanzar la altura a la que va colocada la primera tapa, que sirve como cierre hermético del biodigestor. A continuación se mantiene el cuello con un muro en citara hasta su extremo superior, donde va colocada otra tapa de protección. El cuello se conforma también con mampostería de ladrillos, repellados por ambas superficies (interior y exterior) con repello grueso, fino y estuque interior.

Tiene como función permitir el acceso o visión al interior del digestor a la vez que en él se coloca la tubería que recoge el biogás acumulado en el interior de la cúpula.

El cuello se construirá en dos secciones, primero con ladrillos y después con hormigón armado. El mortero para la colocación de los ladrillos tendrá una dosificación de 1:3 (cemento y arena), mientras que el hormigón tendrá una dosificación 1:2:3 (uno de cemento, dos de arena y tres de piedra). [2]

- Tapas de hormigón:

La primera tapa que se debe fundir garantiza el cierre hermético del biodigestor; la segunda cumple la función de evitar la evaporación del agua que recubre la arcilla colocada encima de la primera tapa.

En la conformación de las tapas puede emplearse hormigón con arena fina (gravilla), con resistencia de 15 MPa, colocando una malla de alambón como refuerzo.

Es importante prever en ambas tapas, durante su fundición, la colocación de ganchos insertados que sirvan para el agarre, a fin de poderlas manipular y mover fácilmente según sea necesario a la hora de destapar el biodigestor.[2]

Terminación y acabados:

Entre los trabajos fundamentales de terminación y acabado de una planta de biogás, se pueden mencionar los siguientes:

- Repellos

Además de las características de los repellos descritas anteriormente, es necesario señalar que por regla general no deben poseer un espesor menor de 2 cm, y que el proceso de aplicación recomendable es el siguiente:

Primero: Lechada de agua-cemento-arena sobre la superficie.

Segundo: Colocación del repello, cuya proporción mínima es de 1:3.

Tercero: Lechada de agua-cemento (según el tipo de elemento).

Este último se aplica a superficies que requieran de mayor estanqueidad, como es el caso del interior del biodigestor y del tanque de compensación.

- Estucado e impermeabilización

En zonas de acumulación de gas, como el interior de la cúpula y el cuello, se recomienda, como regla general, aplicar un estucado sobre el repello, que sirve a su vez de superficie adecuada para la aplicación de la protección impermeabilizante. Esta última generalmente se obtiene mediante el empleo de varias manos de pintura a base de agua con cemento. En ocasiones esta impermeabilización se logra con la aplicación de pinturas esmaltes o sintéticas, que deben ser aplicadas estando la superficie bien seca, pues en caso contrario la práctica ha demostrado que se producen desprendimientos, y se pierde su efecto hermetizador e impermeabilizador.[2]

- Rellenos y nivelación del terreno

Independientemente de las labores de rehincho, y una vez terminadas éstas, en las zonas aledañas a los objetos de obra por lo general el terreno mantiene irregularidades y acumulación de escombros y residuos como consecuencia de las labores de construcción realizadas. Es importante restaurar el terreno a su aspecto original y, de ser necesario, mejorar aún más el aspecto que ofrece la instalación en su conjunto. Estos trabajos son simples, pero sin embargo es notable el efecto que producen en la imagen de la instalación.

- Pintura en general

Como complemento de los trabajos anteriores, la aplicación de pinturas corrientes sobre las superficies visibles o expuestas de los elementos y partes de la planta constituyen siempre un factor estético y de terminación que hacen de una planta de biogás una instalación agradable, y permiten borrar la imagen que lamentablemente a veces se tiene de que por emplear desechos orgánicos debe ser un lugar necesariamente sucio y desagradable. Generalmente, para ello puede emplearse una simple lechada de cal, con la que se logra el efecto estético y sanitario requerido.

- Tuberías de PVC:

En el caso de las tuberías para la conducción del gas y para la entrada y salida de la mezcla se tienen en cuenta las mismas consideraciones que en el caso de los biodigestores tubulares. [2]

- Mampostería y mortero:

El mortero y los ladrillos deben tener, más o menos, la misma solidez. Si los ladrillos son blandos, el mortero tampoco puede ser muy duro. El mortero de cemento siempre debe estar elaborado con una adición de cal, pues de esta forma la mezcla obtenida es más fácil de trabajar, además se logra una mejor impermeabilidad en el elemento o en la superficie que se aplica. La parte más importante del mortero es la arena. Ésta

debe estar limpia, y no debe contener arcilla, ni polvo, no materia orgánica. La arena con un alto contenido en polvo o arcilla absorbe mucho más cemento para lograr la misma resistencia. La arena debe contener un máximo de 10% de polvo o arcilla. Si el contenido es más alto, la arena debe ser lavada. [2]

E.2 Bibliografía

- [1] POGGIO, D. *Manual de instalación de un biodigestor familiar tipo manga para zonas alto-andinas, guía para Yachachiq*. Universidad Politécnica de Cataluña UPC e Instituto para una Alternativa Agraria.

[http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/101bib_arch.pdf, Octubre 2011]

- [2] GUARDADO CHACÓN, A. *Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas*. CUBASOLAR, 2007.